

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-111818

(43)Date of publication of application : 13.05.1991

(51)Int.Cl. G02F 1/1333
G02F 1/1337

(21)Application number : 01-251061

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.09.1989

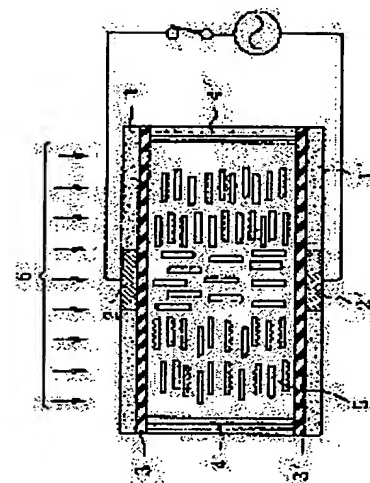
(72)Inventor : IMANISHI YASUO
KONDO KATSUMI
KITAMURA TERUO

(54) OPTICAL ELEMENT AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical element consisting of the high-polymer liquid crystal polymers which are patterned by freely selecting an orientation state and the process for producing the element by selectively forming the parts where the molecular orientation is nearly horizontal or perpendicular in the optical element consisting of the high-polymer liquid crystal polymers.

CONSTITUTION: Oriented films 3, 3' are formed on the inner side of glass substrates 1, 1' having transparent electrode parts 2, 2' and the high-polymer liquid crystal monomers 5 are held between the same, by which the cell is constituted. The electrode parts orient perpendicularly to the substrates and the parts exclusive of these parts orient parallel to the substrates when AC electric fields are impressed between the electrodes 2 and 2' in this state. While this state is held, the state is fixed by irradiating with UV rays by using a mercury lamp to cause the polymn. The degree of orientation of the mesogen of the high-polymer liquid crystal is adjusted in such a manner and the orientation state is freely selected in the very small regions of micron order, by which the optical element consisting of the patterned high-polymer liquid crystal polymers is obtd.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-111818

⑪ Int. Cl.⁵

G 02 F 1/1333
1/1337

識別記号

庁内整理番号

8806-2H
8806-2H

⑬ 公開 平成3年(1991)5月13日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光学素子およびその製法

⑮ 特 願 平1-251061

⑯ 出 願 平1(1989)9月27日

⑰ 発 明 者 今 西 泰 雄 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
⑱ 発 明 者 近 藤 克 己 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
⑲ 発 明 者 北 村 輝 夫 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
㉑ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光学素子およびその製法

2. 特許請求の範囲

1. 高分子液晶重合体から成る光学素子の所定個所の分子配向が、ほぼ水平または垂直に配向していることを特徴とする光学素子。

2. 高分子液晶重合体から成る光学素子の所定個所の分子配向が、ほぼ水平または垂直に配向しており、その他の個所が散乱状態となっていることを特徴とする光学素子。

3. 高分子液晶重合体から成る光学素子の所定個所の分子配向が、ほぼ水平配向しておりその他の個所がほぼ垂直配向しているか、または、前記所定個所がほぼ垂直配向しておりその他の個所がほぼ水平配向していることを特徴とする光学素子。

4. 前記高分子液晶重合体から成る光学素子が、多層構造を有することを特徴とする請求項第1項、第2項または第3項記載の光学素子。

5. 電場を選択的に印加できる電極を有し、高エネルギー線を透過し得る2枚の基板間に高分子液晶のモノマを担持し、該モノマを液晶状態とし、前記電極に電場を印加しながら前記モノマを選択的に配向させ、高エネルギー線を照射して重合することにより固定し、パターンニングすることを特徴とする光学素子の製法。

6. 高分子液晶モノマの分子を配向させる配向手段と電場を選択的に印加する電極とを有し、かつ、高エネルギー線を透過する2枚の基板間に、高分子液晶のモノマを担持し、該モノマを液晶状態とし、前記電極に電場を印加して前記モノマの配向を選択的に制御したものに高エネルギー線を照射して重合することにより固定し、パターンニングすることを特徴とする光学素子の製法。

7. 前記配向手段が基板に対し平行配向であり、前記高分子液晶モノマがp型のモノマであることを特徴とする請求項第6項記載の光学素子の製法。

8. 前記配向手段が基板に対し垂直配向であり、前記高分子液晶モノマがn型のモノマであることを特徴とする請求項第6項記載の光学素子の製法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は分子の配向状態を制御した高分子液晶からなる光学素子およびその製法に関する。

〔従来の技術〕

近年、液晶を利用した光導波路や光学レンズ等の光学素子が検討されているが、液晶の著しい分子の熱ゆらぎによる光学的損失や、外場の変化、除去により配向の変化、消失、あるいは温度変化による光学的特性の変化が隘路となり、実用化に至っていないのが現状である。

また、こうした液晶の秩序度を取り込んだ分子配向の制御と固定化が可能な材料として、高分子液晶が注目されている〔A.Blumstein: Polymeric Liquid Crystals: Plenum Pub., New York, 1985 (エイ・ブルムシュタイン: 高分子液晶: プレナ

ム出版、ニューヨーク、1985年)〕。前記従来の技術においては、高分子液晶中に複数の配向状態を形成することについては考慮されておらず、一様な配向を形成する上で外場の強度を大きくするのにも限界があるので、もっぱら高分子主鎖の屈曲性を向上させるような化学構造上の修飾により低粘度化して、配向を容易にすることに研究の主張が置かれてきた。

しかし、低分子液晶に匹敵する実用レベルの配向化には、電場や磁場の外場による選択的配向が不可欠で、更に、配向させた液晶性モノマを重合する方法についての考慮が必要である。特に、分子配向のマイクロオーダーの領域での配向制御法や、これによって初めて可能となる光学素子についての報告は見当らない。単に、高分子液晶の配向が全面にわたって一定方向に配向した液晶表示装置等に用いる偏光膜が知られているのみである。

本発明の目的は、高分子液晶のメソジェンの配向度合いを調整し、マイクロオーダーの微小領域において、配向状態を自由に選択しパターン化された高分子液晶重合体からなる光学素子およびその

μ出版、ニューヨーク、1985年)〕。

このような高分子液晶を用いたものとしては、負の誘電的異方性を持つ、いわゆるn型液晶性を有するモノマを、配向処理、例えばラビング処理を施した2枚のネサガラス基板間に挟持し、前記高分子液晶の液晶相温度において、該モノマに垂直な電場を印加して、ラビング方向に一軸的に配向させ光重合することにより、ラビング方向にポリマ分子が一様に配向した偏光膜が得られることが示されている(特開昭58-102205号)。

しかし、この方法ではn型液晶モノマを用いているため、ネサガラスに垂直な方向に印加された電場だけでは一軸的な配向状態が実現できず、また、一軸的な配向を誘起する手段が、ラビング処理であるために、ラビング方向以外にモノマの配向状態を自由に制御することはできなかった。

特に、これらの配向を自由に制御してパターンニングすることについては、全く考慮されていなかった。

〔発明が解決しようとする課題〕

製法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的は下記によって達成される。

高分子液晶重合体から成る光学素子の所定個所の分子配向が、ほぼ水平または垂直に配向している光学素子、あるいは前記所定個所の分子配向が、ほぼ水平または垂直に配向しており、その他の個所が散乱状態または上記と異なった配向となっている光学素子にある。

また、電場を選択的に印加できる電極を有し、高エネルギー線を透過し得る2枚の基板間に高分子液晶のモノマを挟持し、該モノマを液晶状態とし、前記電極に電場を印加しながら前記モノマを選択的に配向させ、高エネルギー線を照射して重合することにより固定し、パターンニングすることとを特徴とする光学素子の製法にある。

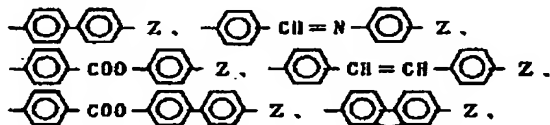
更にまた、高分子液晶モノマの分子を配向させる配向手段と電場を選択的に印加する電極とを有し、かつ、高エネルギー線を透過する2枚の基板間に、高分子液晶のモノマを挟持し、該モノマを

液晶状態とし、前記電極に電場を印加して前記モノマの配向を選択的に制御したものに高エネルギー線を照射して重合することにより固定し、パターンニングすることを特徴とする光学素子の製法にある。

前記において、配向手段が基板に対し平行配向であるときは、高分子液晶モノマはp型のモノマが、また、前記配向手段が基板に対し垂直配向であるときは、前記高分子液晶モノマがn型のモノマが好ましい。

前記高分子液晶モノマとしては、アクリル酸エステル系、メタクリル酸エステル系、スチレン誘導体等のビニル系化合物、アセチレン誘導体、ジアセチレン誘導体等の不飽和結合を有する化合物を挙げることができる。

また、このような液晶相を示すモノマの液晶性格格としては、



電場は、前記基板上に形成された電極パターンに、直流または交流の電圧を印加することによって与えることができる。この際、液晶状態の前記モノマは、前記上下電極によって形成される電気力線に対して誘電的異方性が“正”のp型液晶性物質は平行に、“負”のn型液晶性物質は垂直に配向する。

例えば、上下が対称なパターンの電極間にp型のモノマを担持した場合は、電極形成部分のモノマは垂直に配向し、それ以外の部分では散乱状態になったものを得ることができる。

また、上側電極を円形電極とし、該電極の中心部に対応する部分の下側電極を、実質的に点状の電極とすると、両電極間のp型モノマは、下側の点電極を頂点とする円錐状に配向し、それ以外の部分では散乱状になる。

更に、前記基板と電極表面に、ラビングしたポリイミド配向膜を形成することによって、前記散乱部は、p型モノマの場合は基板に平行に、また、n型モノマの場合は基板に垂直な配向となる。特

(但し、Zは末端基、例えば $-\text{C}_6\text{H}_5$, $-\text{D}_5$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{CN}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NO}_2$ 等)を有するものがある。上記においては、3類エステル構造を有するものが、液晶温度領域の広さ、耐光劣化性等の点において優れている。

本発明において、電場を印加する手段としては、前記高分子液晶を重合する高エネルギー線が透過可能な材料からなる基板の表面に、高エネルギー線が透過可能な材質からなる電極を形成したものである。

例えば、厚さ1mmのSiO₂ガラス上にITO電極を蒸着によって厚さ500Åに形成し、これを公知のフォトリソ法により必要パターンを形成した基板を二枚対向させ、該基板間に前記高分子液晶モノマを担持させて、前記電極に電圧を印加し電場をかけることによって行なうことができる。

前記高分子液晶モノマは、加熱することによって液晶状態、または等方状態とし、前記基板間に挿入する。

に電極間は、印加する電圧に応じて水平から垂直までの任意の角度に配向を制御することができる。

前記基板と電極表面にSiO₂等を斜方蒸着することによって、電極間以外の部分においては、該蒸着のチルト角に配向することができる。

本発明の前記高分子液晶モノマの重合は、高エネルギー線照射により光重合させることができる。前記方法によってパターンニングされた高分子液晶モノマの全表面に、フォトリソ等の高エネルギー線を遮断する手段を形成し、選択的に照射することにより実現することができる。

上記のフォトリソを用いる場合は、高エネルギー線が照射されない部分は光重合が起らないので、この未重合部分を適当な溶剤で洗浄し、選択的に除去した後、別種の高分子液晶モノマを注入して配向し重合することで、屈折率の分布をつけたり、特定の個所だけ光変調が可能な機能を有する光導波路を得ることもできる。

また、電圧の大きさを変えることによって該モノマの配向方向が異なる部分を二カ所以上形成し、

固定化することもできる。

前記高エネルギー線としては、超音波、マイクロ波、赤外線、紫外線、可視光線、X線、α線、β線、γ線、電子線、中性子線等、前記高分子液晶モノマを重合し得るものであればよい。

前記高エネルギー線重合の効果を高めるため、モノマの液晶性に影響を与えない範囲で、該重合促進剤等を配合してもよい。

更に、重合後パターンニングされた配向が乱れる前に、該高分子液晶のガラス転移点よりも低い温度まで急冷するのがよい。これによって高分子液晶の配向を半永久的に固定することができる。

本発明においては、前記パターンニングされた高分子液晶膜を、前記基板から取り外し複数層積層することによって3次元的な配向を有する光学素子を得ることができる。その一例を第3図に模式的に示す。なお、(a)は上面図、(b)は側面図を示す。

図は、水平配向部11に光導波路としての垂直配向部12を選択的に形成したp型モノマからな

る光導波路を構成する高分子液晶重合体の分子配向を、モノマ段階で電場により選択的に制御し、重合固定したことによるものである。

【実施例】

次に、本発明を実施例により具体的に説明する。

【実施例1】

高分子液晶モノマの配向を任意に制御しパターン状に重合、固定させる装置の模式図を第1図に示す。

透明電極部分2、2'を有するガラス基板間1、1'の内側にポリイミドの配向膜3、3'が形成されており、エポキシ系樹脂からなる接着層4、4'により前記基板は所定のギャップを介して接合されセルを構成している。

前記ポリイミドの配向膜3、3'は、逆平行ラビング処理が施されている。

上記セル中に、下記の(1)式で示されるアクリル酸系の高分子液晶モノマ5を、150℃に加熱してネマチック状態にしたものを注入した。

る高分子液晶重合体の第1層と第2層を積層接合した光導波路である。配向方向に平行な偏光に対する屈折率が、垂直な偏光に対するものよりも大きい。従って、こうした配向パターンを有する高分子液晶膜の光導波路の側面から、膜厚方向に垂直偏光させた光を垂直偏光入口13から入射すると、垂直配向部12を導波し、垂直偏光出口14から出射される。

このように、多層化することによって複雑な光路を有する光導波路を構成することができる。

なお積層法は、第1層を配向、重合した後、別の電極パターンを有する基板間に担持し、第1層の上に新たなモノマを注入して配向し、重合することによって得ることができる。また、第1層および第2層を形成後、熱接合するか、また、モノマの薄いところからなる接合層を形成して重合し接合してもよい。

【作用】

本発明、例えば前記のような偏光を伝播する光導波路を同一素子内に一体形成できるのは、該光



この状態で電極間に2V/μm、1kHzの交流電場を印加することにより、電極部分が基板に対して垂直、それ以外の部分が基板に対して平行に配向した。この状態を保持したまま、水銀ランプを用いて紫外線(λ_{max}=278μm、26.68W/cm²)を5分間照射し重合した。

前記の電場を印加したまま液体窒素中に該セルを入れて急冷した。

上記によって得た高分子液晶膜を直交ニコル下で偏光顕微鏡により観察したところ、高分子液晶膜のメソジェンの光学的異方性が、電極部分と電極のない部分とで著しく異なり、電極部分はメソジェンが垂直配向しているために複屈折色が消失し、電極のない部分はメソジェンが平行に配向しているために複屈折色が見える。

【実施例2】

次に本発明の他の実施例を第2図を用いて説明する。

(5)

第2図(a)は、実施例1と同様に逆平行ラビング処理が施されたポリイミド配向膜3, 3'を有する透明電極付きガラス基板1, 1'と、高分子液晶の配向方向を選択的に変える部分にフォトマスク7を設けたセルの模式図である。

上記セルに前記(1)式で示す高分子液晶のモノマを実施例1と同様に注入し、フォトマスク上から紫外線($\lambda_{\text{max}} = 278 \mu\text{m}$, 26.68 W/cm^2)を5分間照射して重合させた。このとき、フォトマスク7によって紫外線が当たらなかった部分を残し、高分子液晶モノマは重合してポリマ8に変化した。

次に、第2図(b)で示すように、フォトマスク7を除去し、透明電極に $2 \text{ V}/\mu\text{m}$, 1 kHz の交流電場を印加してフォトマスクによって紫外線が遮断された未重合部分の高分子液晶モノマを、基板に対して垂直方向に配向し、そのままの状態を保持して実施例1と同様に光重合させた。

重合後は、手早く室温に冷却して高分子液晶膜を得た。

重合温度90℃では、モノマが液晶状態でなかったので配向制御できなかった。

重合温度110℃では、モノマは液晶相であるが、ポリマは電場応答性のないガラス状態であるために重合後の偏光顕微鏡による観察では、乱れたテクスチャが観察された。

重合温度130℃では、実施例1の場合(150℃)と同様の高分子液晶ポリマの配向が観察された。

重合温度170℃ではモノマの熱重合が始まるために不均一な重合が起り、均一な配向は得られなかった。

重合温度250℃ではポリマが等方相となり、偏光顕微鏡観察では全面が暗視野となった。

また、(II)式で示される高分子液晶モノマを用いて、該モノマがネマチック相でそのポリマが結晶相となる80℃において、実施例1と同様にして光重合させ、偏光顕微鏡で観察したところ、乱れたテクスチャが見られ、一様な屈折率の分布が形成されず、パターンニングされた高分子液晶の重

実施例1と同様に、偏光顕微鏡により観察したところ、後で電場をかけて重合させた部分は、メソゲンが垂直配向しているために複屈折色が消失していた。しかし、電場をかけなかった部分はメソゲンが平行配向しているため複屈折色が見られた。

前記(1)式で示す高分子液晶モノマを用いて実施例1と同様に重合温度を変えて光重合し、該高分子液晶の配向制御を行なった。その結果を第1表に示す。

第 1 表

重合温度 (℃)	モノマの状態	ポリマの状態	配列制御
90	結晶状	ガラス状	不可
110	ネマチック相	"	"
130	"	スメクチック相	可
150	"	"	"
170	(熱重合化)	"	不可
250	(")	等方相	"

合体を作ることはできなかった。



【比較例】

(1)式で示される高分子液晶モノマを予め熱重合した後、実施例1で用いたセル中に封入し、高分子液晶の等方相転移点である250℃から、 $60 \text{ V}/\mu\text{m}$ の電圧を印加しつつ $1^\circ\text{C}/\text{分}$ の速度で冷却したが、散乱したテクスチャのものしか得られず、パターンニングすることはできなかった。

【発明の効果】

本発明によれば、高分子液晶からなるポリマにおいて、分子配向の異なる部分を選択的に形成してパターン化することができる。

また、前記配向をミクロンオーダーで制御することができる。

これによって、新しい光学素子を提供することができる。

本発明の光学素子は光導波路、光学フィルタ、

(6)

光学レンズ、光路交換素子、光変調器、光スイッチ、光IC、並びに各種の光学制御素子に応用することができる。

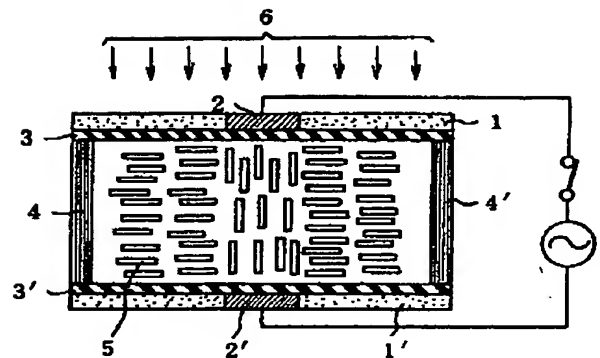
4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図に本発明の高分子液晶の配向を制御しパターン状に重合させる装置の模式図、第3図は本発明の光学素子の一例である光導波路の模式図である。

1, 1'...ガラス基板、2, 2'...透明電極部分、3, 3'...配向膜、4, 4'...接着層、5...重合前の高分子液晶モノマ、6...照射紫外線、7...フォトマスク、8...重合後の高分子液晶ポリマ、11...水平配向部、12...垂直配向部、13...垂直偏光入口、14...垂直偏光出口、15...第1層、16...第2層。

代理人 弁理士 高橋 明夫
(ほか1名)

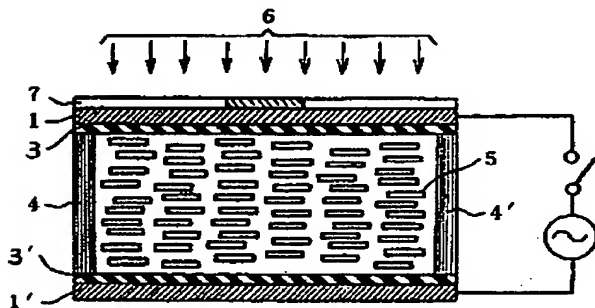
第 1 図



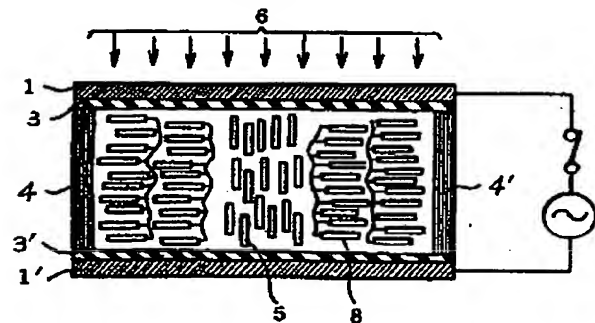
1, 1'...ガラス基板
2, 2'...透明電極部分
3, 3'...配向膜
4, 4'...接着層
5...重合前の高分子液晶モノマ
6...照射紫外線

第 2 図

(a)



(b)

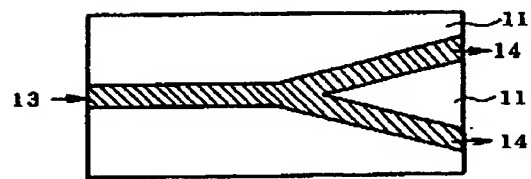


7...フォトマスク

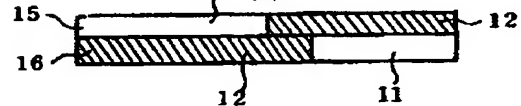
8...重合後の高分子液晶ポリマ

第 3 図

(a)



(b)



11...水平配向部
12...垂直配向部
13...垂直偏光入口
14...垂直偏光出口
15...第1層
16...第2層